

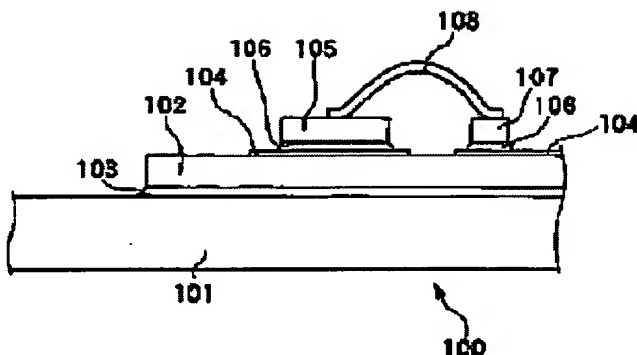
DISCHARGE LAMP DEVICE

Patent number: JP2001043985
Publication date: 2001-02-16
Inventor: YAMAMOTO NOBORU; KAWAKITA HARUO
Applicant: DENSO CORP
Classification:
- **international:** H05B41/16; H05B41/02; H05B41/24
- **europaean:**
Application number: JP19990217890 19990730
Priority number(s): JP19990217890 19990730

Report a data error here

Abstract of JP2001043985

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the temperature rise of a chip having a semiconductor switching element formed and to miniaturize it. **SOLUTION:** An H bridge circuit is composed by connecting IGBTs in an H bridge form. A silicon chip 105 having the IGBT formed is directly mounted on an HIC board 102 and the HIC board 102 is fixed to a heat radiating metal base. Temperature rise can be restrained by using the IGBT like this as compared with the case that a MOS transistor is used. Thereby, the temperature of the chip is prevented from exceeding the maximum use temperature of a semiconductor switching element and thermal reliability can be provided. In addition, this discharge lamp device can be miniaturized by directly connecting the silicon chip 105 having the IGBT formed to the HIC board 102 as compared with the case that the silicon chip is connected to the HIC board through a heat sink member or the like.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-43985
(P2001-43985A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 5 B 41/16		H 0 5 B 41/16	X 3 K 0 7 2
41/02		41/02	Z 3 K 0 8 2
41/24		41/24	K

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-217890

(22) 出願日 平成11年7月30日 (1999.7.30)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 山本 昇

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 川北 晴夫

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

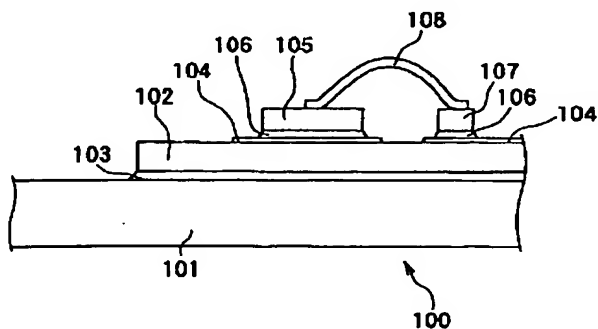
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電灯装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体スイッチング素子が形成されたチップの温度上昇を防げ、かつ小型化できるようにする。

【解決手段】 IGBTをHブリッジ状に接続してHブリッジ回路61を構成する。そして、IGBTが形成されたシリコンチップ105が、直接HIC基板102に実装されるようにし、さらに、HIC基板102が放熱用の金属ベースに固定されるようにする。このように、IGBTを用いることでMOSトランジスタよりも温度上昇を少なくできる。このため、半導体スイッチング素子の温度上昇によって、半導体の使用最高温度を超えてしまわないようにでき、熱的に信頼性を得ることができる。さらに、IGBTが形成されたシリコンチップ105を直接HIC基板102に接続することにより、ヒートシンク部材等を介してシリコンチップをHIC基板に接続する場合と比べて、放電灯装置の小型化を図ることもできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 Hブリッジ回路(61)を含むインバータ回路(6)を備え、該インバータ回路により直流電源(1)からの電圧を交流電圧に変換し放電灯(2)に印加することにより、前記放電灯を交流点灯させてなる放電灯装置において、

前記Hブリッジ回路は、半導体チップ(105)上に形成されたIGBTをHブリッジ状に接続することによって構成されており、

該IGBTが形成された半導体チップは、直接ハイブリッドIC基板(102)に実装され、該ハイブリッドIC基板を介して放熱用の金属ベース(101)に固定されていることを特徴とする放電灯装置。

【請求項2】 前記IGBTが形成された半導体チップは、前記ハイブリッドIC基板にはんだ(106)を介して接続されており、半導体チップとハイブリッドIC基板との間にははんだのみが介在していることを特徴とする請求項1に記載の放電灯装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高圧放電灯を点灯する放電灯装置に関し、特に車両前照灯に用いて好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、高圧放電灯(以下、ランプという)を車両用前照灯に適用し、車載バッテリーの電圧をトランスにて高電圧化したのち、この高電圧の極性をインバータ回路にて切り替えて、ランプを交流点灯させるようにしたものが種々提案されている(特開平9-180888号公報、特開平8-321389号公報など)。

【0003】ここで、インバータ回路はHブリッジ回路を構成するスイッチ素子としてMOSトランジスタが設けられており、このHブリッジ回路により矩形波の電圧がランプに印加できるようになっている。

【0004】このインバータ回路を含む放電灯装置の回路機能部は、各種電子部品をプリント配線板(エポキシ樹脂銅張積層板)に実装することによって構成されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、各種電子部品のうち、Hブリッジ回路を構成するスイッチング素子等の半導体パワー素子においては、シリコンチップを銅リードフレームにはんだ付けし全体を樹脂でモールドした構造をもつ大型部品であることから、プリント配線板へ実装する際に大きな実装スペースが必要とされ、装置全体サイズを大きくする要因となっている。また、半導体パワー素子は上記したような複雑な構造であるため、素子単体のコストが高く、装置全体をコスト高にする要因にもなっている。

【0006】これに対し、放電灯装置の小型化が図れ、

且つ、素子の低コスト化を図れる方法として、放電灯装置の回路機能部をハイブリッドIC化し、半導体パワー素子をシリコンチップ状態でハイブリッドIC基板(以下、HIC基板という)へ実装できるようにすることが考えられる。

【0007】上記従来装置では、Hブリッジ回路を構成するスイッチング素子としてMOSトランジスタを使用している。このHブリッジに使用するMOSトランジスタは、耐圧、電流容量、オン抵抗等から選定され、車両用前照灯としての放電灯装置では耐圧500V以上、電流容量5~10A、オン抵抗1Ω前後のものが使用されている。これは、装置の性能、信頼性を確保でき且つ、低コストの素子であるという観点から選定されている。つまり、耐圧や電流容量は高いほど好ましく、オン抵抗は小さいほど好ましいが、コストとのトレードオフの関係にあるため、上記した選定がなされている。

【0008】このようにHブリッジ回路を構成するスイッチング素子としてMOSトランジスタを使用し、このMOSトランジスタをシリコンチップ状態でHIC基板へ実装する場合について説明する。

【0009】車両用前照灯の放電灯装置においては、点灯スイッチオンと同時に明るく前方を照らすことが必要とされるため、点灯開始時には、定格35Wのランプに75W程度の電力を印加し、光束の立ち上がりを早くするよう制御している。このように点灯開始時に75Wの電力を印加した場合、ランプには2.5A程度の電流が流れる。この時には上記仕様のMOSトランジスタにも2.5Aの電流が流れることになる。

【0010】ここで、MOSトランジスタのオン抵抗が25℃で1Ωであるとした場合には、MOSトランジスタの消費電力は25℃において6.25Wとなり、120℃において11.25W程度となる。なお、温度によってMOSトランジスタの消費電力が変動するのは、MOSトランジスタのオン抵抗が温度依存性を持っているためである。

【0011】そして、Hブリッジを構成するMOSトランジスタはオンオフのデューティ50%で作動しているため、MOSトランジスタ1個の平均消費電力は上記値の半分となり、25℃で3.1W、120℃で5.6W程度となる。このような電力を消費した場合にMOSトランジスタの接合部温度(ジャンクション温度)が上昇するという問題がある。

【0012】図3に、HIC100の実装構造の断面模式図を示す。

【0013】放熱器となる金属ベース101上に、アルミナ焼成基板からなるHIC基板102が搭載されている。このHIC基板102は接着剤103を介して金属ベース101に固定されている。この接着剤103は、高熱伝導性のシリコン接着剤で構成されており、HIC基板102の熱を金属ベースに伝導し易い材質で構成さ

れている。そして、HIC基板102上には、放電灯装置の回路機能部の回路配線を構成する所定の配線パターン104が形成されている。この配線パターン104の上には、Hブリッジを構成するスイッチング素子としてのMOSトランジスタが形成されたシリコンチップ105が配置されており、これら配線パターン104とシリコンチップ105とははんだ106を介して電氣的に接続されている。

【0014】また、配線パターン104上には、はんだ106を介して中継ターミナル107が備えられている。シリコンチップ105の表面と中継ターミナル107の表面とがアルミワイヤ108によってワイヤボンディングされており、中継ターミナル107を介してシリコンチップ105がHIC基板102に接続された状態となっている。

【0015】このような構造においては、シリコンチップ105から金属ベース101までの熱抵抗が約3℃/Wであった。従って、MOSトランジスタが120℃の温度下において11.25W消費する場合、シリコンチップ105の接合部温度の上昇分は33.75℃となり、金属ベース101の温度を120℃とするとシリコンチップ105の温度は153.75℃となる。通常、半導体の使用最高温度は150℃となっているが、このような場合には半導体の使用最高温度を超えることになり、熱的な信頼性の観点から車両用前照灯の放電灯装置としてはMOSトランジスタは好適ではないという問題がある。

【0016】なお、図2に示す構造を改良してシリコンチップ105の温度を下げることも考えられる。例えば、図2のシリコンチップ105とHIC基板102の間に、熱容量を持ったヒートシンク部材（例えば、銅板）を一層追加すれば、シリコンチップ105から金属ベース101までの熱抵抗を下げるができる。特に、過渡熱抵抗を大幅に下げることができ、シリコンチップ105の温度が半導体使用最高温度を超えないレベルとなるように下げることができる。しかしながら、部品点数を増加させ、HIC基板102の実装構造を複雑にすると共に、実装工程も複雑にするため、大幅にコストアップさせてしまうという新たな問題が生じてしまう。

【0017】また、別の方法として、MOSトランジスタのオン抵抗の小さな素子にし、消費電力を下げるが考えられるが、この場合素子のチップサイズにオン抵抗値はほぼ比例するのでチップサイズが大きくなりコストが高くなるという問題が生じる。

【0018】本発明は上記問題に鑑みたもので、回路部をハイブリッドIC化した場合において、半導体スイッチング素子が形成されたチップの温度上昇を防げ、かつ小型化できる放電灯装置を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するた

め、請求項1に記載の発明では、Hブリッジ回路（61）は、半導体チップ（105）上に形成されたIGBTをHブリッジ状に接続することによって構成されており、該IGBTが形成された半導体チップは、直接ハイブリッドIC基板（102）に実装され、該ハイブリッドIC基板が放熱用の金属ベースに固定されていることを特徴としている。

【0020】このように、半導体スイッチング素子としてIGBTを用いることにより、MOSトランジスタと比べて温度上昇を少なくすることができる。これにより、半導体スイッチング素子の温度上昇によって、半導体の使用最高温度を超えることを防止することができる。熱的に信頼性がある放電灯装置とすることができる。

【0021】さらに、IGBTが形成された半導体チップを直接ハイブリッドIC基板に接続することにより、ヒートシンク部材等を介して半導体チップをハイブリッドIC基板に接続する場合と比べて、放電灯装置の小型化を図ることもできる。

【0022】具体的には、請求項2に示すように、半導体チップをハイブリッドIC基板にはんだ（106）を介して接続したときに、半導体チップとハイブリッドIC基板との間にはんだのみが配置されるようにする。

【0023】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。

【0025】図1に、本実施形態におけるバラスト200の電氣的な回路構成を示す。また、図2に、図1に示す回路構成を有するバラスト200の組付け構造を示す。なお、HIC100の実装構造についてはほぼ図3と同様であるので、図3を参照して説明する。図1～図3を用いてバラスト200についての説明を行う。

【0026】まず、図1に基づいてバラスト200の回路構成を説明する。

【0027】バラスト200は、直流電源である車載バッテリー1に接続されており、点灯スイッチSWがオンされると、自動車用前照灯として用いられるランプ2に電力供給を行うように構成されている。このバラスト200は、フィルタ回路3、直流電源回路としてのDC-DCコンバータ4、点灯補助回路5、インバータ回路6、始動回路7などの回路機能部を有している。

【0028】フィルタ回路3は、インダクタ31とコンデンサ（第1コンデンサ）32によって構成されており、DC-DCコンバータ4が発生する電磁波ノイズを除去する役割を果たす。つまり、インダクタ31とコンデンサ32によって形成される積分回路によってDC-DCコンバータ4が発生する電磁波ノイズの脈動を抑制している。

【0029】DC-DCコンバータ4は、バッテリー1側に配された1次巻線41aとランプ2側に配された2次巻線41bを有するフライバックトランス41と、1次巻線41aに接続されたMOSトランジスタ42と、2次巻線41bに接続された整流用のダイオード43と、出力平滑用のコンデンサ（第2コンデンサ）44、及びコンデンサ45から構成され、バッテリー電圧VBを昇圧した昇圧電圧を出力する。すなわち、MOSトランジスタ42がオンすると、1次巻線41aに1次電流が流れて1次巻線41aにエネルギーが蓄えられ、MOSトランジスタ42がオフすると、1次巻線41aのエネルギーが2次巻線41bを介して放出される。そして、このような動作を繰り返すことにより、ダイオード43と平滑用コンデンサ44の接続点から高電圧を出力する。

【0030】点灯補助回路5は、コンデンサ51と抵抗52から構成され、点灯スイッチSWがオンした後にランプ2への印加電圧と同じ電圧にコンデンサ51が充電されると共に、ランプ2の電極間での絶縁破壊によりランプ両端間の電圧が低下すると、コンデンサ51に充電された電荷をランプ2を介して放電させることにより速やかにアーク放電に移行させる。

【0031】インバータ回路6は、ランプ2を交流（矩形波）点灯させるもので、Hブリッジ回路61とブリッジ駆動回路62、63から構成されている。Hブリッジ回路61は、半導体スイッチング素子がHブリッジ状に配置されて構成されている。本実施形態では、これら半導体スイッチング素子としてIGBTを使用しており、4つのIGBT61a～61dによってHブリッジ回路を構成している。ブリッジ駆動回路62、63は、制御回路10からの制御信号によって、IGBT61a、61dとIGBT61b、61cを交互にオンオフ駆動する。この結果、ランプ2の放電電流の向きが交互に切り替わり、ランプ2の印加電圧（放電電圧）の極性が反転してランプ2が交流点灯する。

【0032】始動回路7は、Hブリッジ回路61の中点電位とバッテリー1の負極端子との間に配置され、1次巻線71aと2次巻線71bを有する高電圧発生用トランス71、ダイオード72、抵抗74、コンデンサ75、及び一方向性半導体素子であるサイリスタ76から構成されている。なお、高電圧発生用トランス71の1次巻線71aはコンデンサ75に接続され、2次巻線71bはHブリッジ回路61とランプ2との間に設けられている。

【0033】そして、この始動回路7は、ランプ2の点灯始動時にランプ2に高電圧パルス印加してランプ2を点灯させる。すなわち、点灯スイッチSWがオンすると、IGBT61a、61dとIGBT61b、61cが交互にオンオフ駆動され、IGBT61b、61cがオンの時にコンデンサ75が充電され、IGBT61b、61cがオフの時にサイリスタ76がオンするよう

制御回路10にてサイリスタ76のゲート信号が制御される。

【0034】サイリスタ76にゲート信号が印加されると、コンデンサ75が高電圧発生用トランス71の1次巻線71aを介して放電し、高電圧発生用トランス71の2次巻線71bに高電圧パルスが発生する。この高電圧パルスがランプ2に印加され、ランプ2の電極間で絶縁破壊し、ランプ2を点灯始動させる。

【0035】上記したMOSトランジスタ42、ブリッジ回路62、63、サイリスタ76は、制御回路10によって制御される。この制御回路10には、DC-DCコンバータ4の間のランプ電圧（すなわちインバータ回路6に印加される電圧）VL及びインバータ回路6からバッテリー1の負極側に流れるILなどが入力されている。なお、電流ILは電流検出抵抗8により電圧として検出される。

【0036】また、第2スイッチング素子としてのMOSトランジスタ9は逆接保護用の素子であり、バッテリー1を取り替える際にプラスマイナスの極性が逆に接続されたとき、回路機能部内に逆電圧が印加されないようにする。

【0037】制御回路10は、MOSトランジスタ42をPWM信号によってオンオフさせるPWM制御回路、ランプ電圧VLをサンプルホールドするサンプルホールド回路、サンプルホールドされたランプ電圧VLとランプ電流ILに基づいてランプ電力を所望値に制御するランプパワー制御回路と、Hブリッジを制御するHブリッジ制御回路を備えている。

【0038】また、サイリスタ76のゲートはゲート回路11の端子401に接続されている。このゲート回路11は、端子402において制御回路10と接続されており、この端子402を通じて送られてくる制御回路10からの信号に基づいてサイリスタ76のゲート信号を出力するようになっている。

【0039】上記構成のバラスト200の点灯動作について説明する。

【0040】点灯スイッチSWがオンすると、図1に示す各部に電源が供給される。そして、制御回路10内のPWM制御回路によってMOSトランジスタ42がPWM制御される。その結果、フライバックトランス41の作動によってバッテリー電圧VBを昇圧した電圧がDC-DCコンバータ4から出力される。また、Hブリッジ制御回路によって、Hブリッジ回路61におけるIGBT61a～61dが対角線の関係で交互にオンオフされる。これにより、DC-DCコンバータ4から出力された電圧が、Hブリッジ回路61を介して始動回路7のコンデンサ75に供給され、コンデンサ75が充電される。

【0041】この後、ゲート回路11は、Hブリッジ制御回路から出力されるIGBT61a～61dの切替タ

イミングを知らせる信号に基づいて、サイリスタ76にゲート信号を出力し、サイリスタ76をオンさせる。そして、サイリスタ76がオンすると、コンデンサ75が放電し、トランス71を通じて、ランプ2に高電圧パルスが印加される。その結果、ランプ2が電極間で絶縁破壊し、点灯始動する。

【0042】この後、Hブリッジ回路61によりランプ2への放電電圧の極性（放電電流の向き）を交互に切り替えることで、ランプ2が交流点灯される。そして、ランプパワー制御回路により、ランプ電流 I_L とランプ電圧 V_L （サンプルホールド回路によってサンプルホールドされたもの）とに基づいて、ランプ電力が所定値なるように制御される。これにより、ランプ2が安定点灯する。

【0043】なお、サンプルホールド回路は、Hブリッジ回路61の切替タイミングに同期してその切替時に発生する過渡電圧をマスクし、過渡電圧発生時以外のランプ電圧 V_L をサンプリングしてホールドする。

【0044】次に、上記構成のバラスト200の組付け構造について説明する。

【0045】バラスト200は、上記回路構成が配置されたバスバーケース20を、カバー部材21及びベース22によって覆い、カバー部材21及びベース22をネジ23によって固定することによって構成される。

【0046】バスバーケース20の表面には、上記回路構成の各部を電気的に接続するターミナル24がインサート形成されている。

【0047】上記回路構成において、Hブリッジ回路61、制御回路10、ゲート回路11、MOSトランジスタ9、42、ダイオード43、72、抵抗8、52、74という半導体装置として形成可能な部分は、ハイブリッドIC（以下、HICという）100としてIC化されて一体形成される。そして、その他の部分（本回路構成では、トランス41、71やコンデンサ32、44、45、51、75、及びサイリスタ76）がHIC100とは別体で構成される。

【0048】このため、HIC100とその他の部分とをターミナル24にて電気的に接続させることによって上記回路構成が構成される。これにより、図1に示した回路機能部が構成される。

【0049】具体的には、HIC100とターミナル24との電気的接続は、HIC100をバスバーケース20内に收容したのち、HIC100の各端子12a～12k（図1参照）とターミナル24とをAIワイヤ等でワイヤボンディングすることによって行われ、HIC100以外のその他の部分については、その他の部分をバスバーケース20内に收容したのち、その他の部分の端子をターミナル24に溶接、はんだ付け等することによって行っている。

【0050】そして、ターミナル24の一部は、バスバ

ーケース20に固定されたグロメット内に配設された出力線25、26に接続されており、この出力線25、26を介してランプ2に接続される。

【0051】また、ターミナル24はバッテリー1の正極側と接続される端子（＋端子）27aと、負極側（すなわちアース側）に接続される端子（－端子）27bとを有しており、端子27bはバラスト200のアースを取るアース接続部27cに接続されている。そして、ターミナル24の端子27a、27bは、バスバーケース20に形成されたコネクタ部28よりバスバーケース20の外部に引き出されており、このコネクタ部28においてバッテリー1に接続された配線と接続される。

【0052】上記したネジ23は、このアース接続部27cにおいてバスバーケース20とベース22とをネジ締め固定し、アース接続部27cとベース22とをアース接続している。なお、カバー21及びベース22は、これらに収納される回路機能部を放射ノイズから保護すべく、金属で構成されている。

【0053】続いて、本実施形態におけるHIC100の実装構造を図3を参照して説明する。

【0054】放熱器となる金属ベース101上に、アルミナ焼成基板からなるHIC基板102が搭載されている。このHIC基板102は接着剤103を介して金属ベース101に固定されている。この接着剤103は、高熱伝導性のシリコン接着剤で構成されており、HIC基板102の熱を金属ベースに伝導し易い材質で構成されている。そして、HIC基板102上には、放電灯装置の回路機能部の回路配線を構成する所定の配線パターン104が形成されている。この配線パターン104の上には、Hブリッジを構成するスイッチング素子としてのIGBT61a～61d（図1参照）が形成されたシリコンチップ105が配置されており、これら配線パターン104とシリコンチップ105とがはんだ106を介して電気的に接続されている。

【0055】また、配線パターン104上には、はんだ106を介して中継ターミナル107が備えられている。シリコンチップ105の表面と中継ターミナル107の表面とがアルミワイヤ108によってワイヤボンディングされており、中継ターミナル107を介してシリコンチップ105がHIC基板102に接続された状態となっている。

【0056】このような構造においては、シリコンチップ105から金属ベース101までの熱抵抗が約3℃/Wであった。

【0057】ここで、本実施形態においては、Hブリッジ回路6をIGBT61a～61dで構成している。IGBTは、コレクターエミッタ間の飽和電圧が若干負の温度依存性を有しており、温度が上がると飽和電圧が若干低下し、消費電力が低下する傾向にある。このため、点灯開始時にランプに75W印加した場合にIGBT6

1a、61dに2.5A程度の電流が流れるとすると、IGBT1個の消費電力は25℃において3W、120℃でも3W程度となる。

【0058】従って、ランプ2に75W印加した時には、IGBT61a～61dが形成されたシリコンチップ105の接合部温度の上昇分は9℃程度となり、金属ベース101の温度が120℃であるとする、シリコンチップ105の温度が129℃となる。このように、Hブリッジ回路6をMOSトランジスタで形成する場合と比べて、大幅にシリコンチップ105の温度を低減することができる。このため、半導体の使用最高温度である150℃に対して十分に余裕がとれ、放電灯装置の熱的な信頼性を十分確保でき、車両用前照灯として適用することができる。

【0059】また、耐圧、電流容量が同一の状態ではIGBTとMOSトランジスタのチップサイズを比較すると、IGBTの方がチップサイズが小さい。例えば、上記した消費電力の計算例で使用した素子で比較すると、IGBTでは9mm²であるのに対し、MOSトランジスタは18mm²程度となり、約1/2倍の大きさで済

む。このように、IGBTを使用することにより、インバータ回路6を構成する半導体スイッチング素子のチップサイズを小さくすることができ、ひいては放電灯装置の小型化にも貢献することができる。さらに、素子コストに占めるウエイトは高く、チップサイズが大きくなると素子コストが高くなる。従って、IGBTを使用することにより、半導体スイッチング素子としての性能を犠牲にすることなく低コスト化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態におけるバラスト200の回路構成を示す図である。

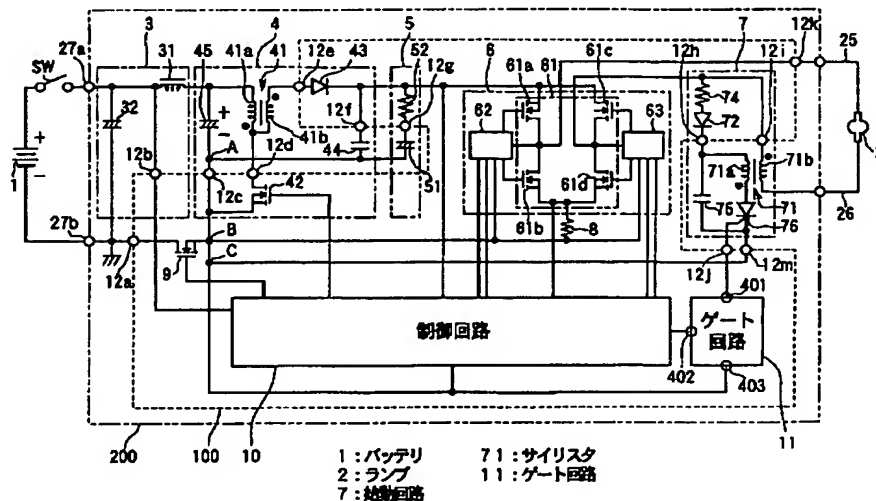
【図2】図1に示すバラスト200の組付け構造を示す図である。

【図3】図1におけるHIC基板の実装構造を示す図である。

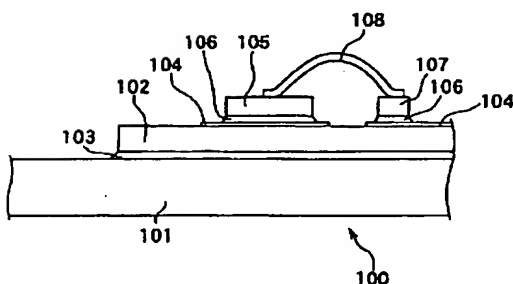
【符号の説明】

100…HIC、101…金属ベース、102…HIC基板、103…接着剤、104…配線パターン、105…シリコンチップ、106…はんだ、107…中継ターミナル、108…アルミワイヤ。

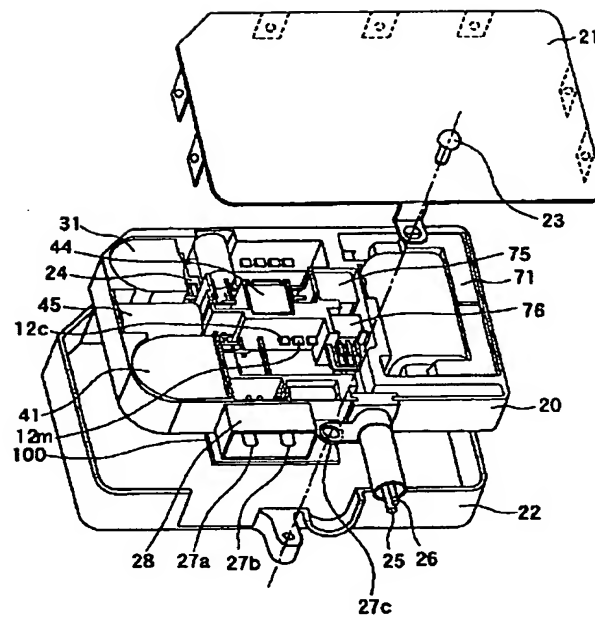
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K072 AA11 AC01 BA05 BB01 BB10
DD08 EB05 EB07 GA01 GB18
GC04 HA10 HB03
3K082 AA27 AA77 BA04 BA24 BA25
BA33 BC09 BC24 BC25 BC29
BD03 BD04 BD23 BD26 BD32
CA32